

## 特許データを利用した、燃料電池分野における技術 進展の定量測定に関する試み

鈴木勝博<sup>†</sup> 坂田淳一<sup>†</sup> 細矢淳<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>早稲田大学国際情報通信研究センター

R&D活動は企業の競争力維持のために必須であるが、投資リスクを伴う「先端技術分野」におけるR&Dの開始・継続判断に際しては、特許データの活用と分析が有効である。本研究では、個々の特許にアサインされた複数のIPCコードをベースに、「技術融合度」に関する定量分類手法を導入する。独自に構築した特許RDB（のべ300万レコード）を利用し、「燃料電池」分野におけるセグメント別の分析を実施した結果、時間とともに技術融合の度合いが徐々に狭まっていくようなトレンドが観測された。また、本手法を用いた可視化手法について論じ、そのインプリケーション等について報告する。

## A Trial on Quantitative Evaluation of Progress in Fuel Cell Technology based on Patent Data

KATSUHIRO SUZUKI<sup>†</sup> JUNICHI SAKATA<sup>†</sup> JUN HOSOYA<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>Global Information and Telecommunication Institute, Waseda University.

For firms in high-tech industries, R&D activities are of vital importance in gaining advantages over their competitors. In evaluating effectiveness and risk of R&D projects, quantitative analysis based on patent data is quite useful. In this paper, we introduce a new analytical method to categorize the degree of technology fusion using multiple IPC codes assigned to patent application documents. By utilizing an originally constructed relational database with 3.5 million patent records for 5 years, we report results of our analysis on the fuel cell technology and discuss the relation between “technology fusion” and “R&D phase”.

### 1. 研究の背景

2008年6月、北海道洞爺湖畔において開催されたサミットにおいては、「環境ショーケース」企画と連動した『ゼロエミッションハウス』が、経済産業省主導のもと、展示された。同ハウスにおいては、太陽光発電システム・高効率照明・ヒートポンプ給湯器などと並んで燃料電池システムが配備され、一部の照明やフットスバの電源として用いられた。このような家庭用コジェネ用途に加え、自動車などの輸送機器、あるいは、ノートパソコンや携帯電話などの通信機器など、さまざまな機器に対する新しい分散型動力源として燃料電池は大きな注目を浴びており、化石燃料に替わる有力なエネルギー源として活発に研究開発が行われている。

さて、このような先端技術分野における技術革新に対し、2つの種類の異なる推進メカニズムが提唱されている：一つは「技術の壁を突破する」ことによって技術革新を推し進める「技術突破型」メカニズムであり、もう一つは、異なる分野の技術を「融合」させることによってイノベーションを試みる「技術融合型」メカニズムである。日本における技術発展においては、1980年代までは前者のタイプが多く見られたのに対

し、90年代以降は後者が増え、その影響が（設備投資費と比較した際の）研究開発費の増大に反映されていることが指摘されている [18]。

さて、企業における成長戦略の一つとして、チャレンジングな先端技術分野におけるR&Dは、一定の重要性をもっているものと考えられる[20]。実際、いまだ本格的な市場が形成されていない未開拓の新規技術分野の場合、研究フェイズ・製品開発フェイズそれぞれにおける投資リスクは小さいとはいえないが、しかしながら、ひとたび決定的な発明あるいは製品開発に成功した暁には、得られる成功の果実もそれ相応に大きいからである [21]。その際、開発投資リスクを軽減するにあたっては、R&Dの過程において得られた発明の特許として権利化することがまた重要である。実際、後発企業の参入を抑止する効果、事業拡大・多角化へむけたシーズ効果、有償譲渡やライセンスングによる研究開発投資の回収効果、などが知財の権利化によって期待され、法人が享受できるメリットは小さくない [22], [23], [24]。

本稿では、各企業のR&Dが反映される知財データを利用し、イノベーションのメカニズムを定量的に把握するために、技術融合の度合いを定量的に計測する

ための一手法を提案し、これにもつづいた研究経過について報告する。

## 2. 先行研究

特許データは、あらゆる技術分野における発明を統一的な分類に則って網羅しており、企業の研究開発に対する質・量的分析においては、そのデータソースとして用いられることが一般化している。特に大企業においては、特許データが研究開発活動における効果測定の一つの有力な指標とされており [25]、たとえば、キャノン等の大企業における研究開発組織の構築ポリシーや技術経営戦略に関する分析が行われている [9]。このように、研究開発の質や有効性を計るためだけではなく、企業の R&D 戦略を占うための重要な基礎データとして、特許データは多くの研究に利用されている。また同データは、特定企業の研究開発動向のみではなく、より広い産業分野や技術セクタにおける総合的な開発動向と、その分野内における各企業の研究開発の先進性や方向性を明らかにする目的での研究にも利用されている。たとえば、電気自動車分野に係る出願データを用い、主要研究開発プレーヤ（企業）による特許の内容や数を分析し、環境対策のための排ガス規制が当該技術分野の研究開発速度に影響を与え、それを加速させて行ったことが明らかにされている [10]。かような先行研究の徹に倣い、本研究でも特許データにもつづいた分析を実施する。

## 3. データ、分析手法

### 3.1 研究対象分野とデータ

特許データには、(i) 出願済みではあるが審査未完了段階の「出願特許データ（出願データ）」と、(ii) 出願後、通常 1 年 6 ヶ月以上経過したのちに行われる審査プロセスが完了し、特許として権利化された「登録特許データ（登録データ）」の 2 種類がある。前節の、企業の R&D 活動に関する先行研究においては、出願データ・登録データのどちらも利用されているが、本研究では基本的に前者を用い方針とする。出願データは、登録データに比べると審査期間の分だけ早く世にあらわれるため、企業の R&D 活動をよりタイムリーに捉えていく目的においては好ましいデータ群である。特

に、その開発が本格化してからの歴史が浅い先端技術分野の R&D を捉える際には、特に有用だと思われる。なお、出願データには、国際的に規格化された特許分類記号である IPC に加え、F タームという日本独自の技術分類記号が付与されている点も分析深掘上のメリットである。

出願特許データならびに登録特許データは、財団法人日本特許情報機構（JAPIO）、あるいは財団法人発明協会（JIII）から、定期的に発行されている DVD-ROM によって、一般に入手可能である。個々の特許書誌の情報はどちらの DVD においても XML 形式で格納されているが、そのフォーマットや内容は若干異なっており、JIII が発行する DVD は、該当月に新しく公開された出願データや登録データを格納した「公報」であるが、一方、JAPIO が発行する DVD（「整理標準化データ」）は、特許庁のデータベースに対して追加・更新された情報をまとめたものであり、最新の公開・登録データのみでなく、過去のデータに対する変更・修正情報や経過情報までを含めて DVD に格納されている。ただし、JIII の DVD とは異なり、JAPIO のそれには当該書誌の本文（テキストデータ）は含まれてはいない点には注意が必要である。後述するように、本研究においては、特許書誌の本文に関する情報は用いないため、われわれは JAPIO の「整理標準化データ」を採用する。

入手した特許データの分析にあたっては、独自に開発した Java プログラムを用いて DVD 中の XML データを抽出・変換し、オープンソースのリレーショナルデータベース（PostgreSQL）に蓄積した。現在のところ、2000 年から 2004 年にわたる 5 年分の特許データ（延べ 300 万件）を集約済みであるが、レコード数が多い場合、XML データベースよりもリレーショナルデータベースのほうがはるかに高速な検索が可能である。このデータベースを利用することにより、複雑な検索条件下での網羅的なデータ抽出が可能となっている。

### 3.2 技術分類について

本研究では、特許の各書誌に付与されている国際特許技術分類コード（IPC: International Patent Classification）に着眼し、これをベースに当該発明の技術分野や技術融合タイプの判断を行う。IPC は出願された個々の書誌に対し、その技術種別を特定するために与えられた世界共通の技術分類コードである。日本においては、出願書誌に対して IPC を付与する役割を負うのは特許庁の専門審査官であり、個々の出願特許の技術分野を特定する上で、IPC は高い信頼性を持

っているものと考えられる。

IPC は、技術分野を 5 段階の階層的体系によって分類しており、その階層は、上位から順に「セクション」・「クラス」・「サブクラス」・「メイングループ」・「サブグループ」とよばれている。たとえば、燃料電池分野は「H01M8」という記号で表現されるメイングループに相当するが、この記号は上記階層構造を反映しており、「H」がセクション（電気）、「H01」がクラス（電気素子）、「H01M」がサブクラス（化学的エネルギーを電気的エネルギーに直接変換するための方法または手段）をあらわしている。また、サブグループは、メイングループの記号に対し、スラッシュと 2 桁の数値を付加することによって表現される。

### 3.3 技術融合に関する定量分析の手法

IPC コードは、ひとつの発明書誌に対し、一つのみではなく複数個付与される場合がある。今回の分析では、これを利用して技術融合のタイプを類型化する。

IPC には「筆頭 IPC」と「CO-IPC」の 2 種類があり、前者はすべての書誌に対して必ず一つずつ付与されているのに対し、後者は複数個付与される場合もあれば、全く付与されない場合もある。筆頭 IPC は、文字通り、特許書誌に記載された発明の技術分野を象徴するものだが、一方、CO-IPC は、当該発明が筆頭 IPC とはまた別の技術特性を同時に有していることを示すものである。よって、筆頭 IPC と CO-IPC が同時に付与されている発明は、対応する複数の技術特性を同時に有すると言えよう。

さて、ある書誌に筆頭 IPC と CO-IPC の双方が付与され、なおかつ、それらが異なる技術分野に属するものであった場合、これを「IPC Co-Occurrence」と呼び、複数の産業セクタ間におけるナレッジ・スピルオーバーや、企業内の異なるコア技術の融合に関する分析等に利用されてきた [9, 12]。かようなスピルオーバーや技術融合に関する分析手法としては、他にも、CO-IPC は利用せず、筆頭 IPC と研究開発資本（コスト・人員）を組み合わせた手法などが存在するが [13]、IPC Co-Occurrence に立脚した手法は、他の手法よりもより純粋な技術的リンクを抽出できる可能性があることが指摘されている [12]。

「ひとつの発明の中に異なる分野の技術特性が存在する」という意味において、IPC Co-Occurrence は、これまでの技術融合分析に利用されてきており、前述の「技術融合型」イノベーション創出メカニズムを捉えるにあたって有効な概念だと思われる。ただし、発明やイノベーションにもさまざまなタイプが考えられ、

異分野とまではいかないが通った技術の融合ケースや、より狭い範囲の要素技術に対し、集中的に磨きをかける「ブレイクスルー型」のケースが考えられる。

そこで本研究では、様々なタイプのイノベーションの源泉を統一的な枠組みの中でとらえるため、IPC Co-Occurrence の概念を拡張する。すなわち、あるひとつの特許に対し、(1)異なる技術分野に属する複数個の IPC が与えられたケース、(2)同一技術分野に属する複数個の IPC が与えられたケース、(3)発明を象徴する筆頭 IPC がただ一つ与えられたケース、を考え、それぞれを (1) Mix 型（異分野技術融合型）、(2) Only 型（同分野技術融合型）、(3) Mono IPC 型（単一技術要素型）と定義する。「Mix 型」は IPC Co-Occurrence と同じく「異分野の技術融合ケース」、「Only 型」は、「同一技術分野内において複数の技術が融合したケース」と捉えられるが、この 2 種はともに CO-IPC をもつケースである。一方、ただ 1 つ、筆頭 IPC のみを持つ「Mono IPC 型」は、いわば「単一技術要素・一点集中型」とも呼べる発明に相当し、「ブレイクスルー型」のイノベーションに対応するものと考えられる。

個々の研究開発プロジェクトにおける「探索フェイズ」から「開発フェイズ」への移行シーケンスにおいては、技術融合の範囲は、通常、徐々に狭まっていくものと考えられる。実際、ある新規技術分野における研究開発の黎明期（探索フェイズ）と、市場へ向けた具体的な製品リリースを視野に入れた収束期（開発フェイズ後期）とを比較すれば、後者に関連する特許群よりも前者のそのほうが、相対的に広い技術分野にわたる発明を含んでいることが期待される。先述の技術融合タイプを用いれば、典型的な推移として「R&D の進展とともに MIX 型の特許は減少し、Only 型や Mono IPC 型が増加し、ケースによっては最終的に Mono IPC 型が支配的になっていく」というようなシナリオが考えられる。仮に、かような推移にある程度の普遍性が見出せたとすると、逆に、各技術融合タイプの構成比率の時系列推移などから、当該技術分野全体としての R&D フェイズを、ある程度定量的に把握することもできるようになる可能性がある。

かような問題意識のもと、本研究においては、先端技術のひとつの典型例である燃料電池分野における R&D を、技術融合の観点から分析を試みる。

## 4. 分析の結果

### 4.1 燃料電池分野における出願傾向

2000年から2004年までの5年間における、各年ごとの国内特許の総出願件数、ならびに、燃料電池分野における出願件数の推移を表1に示す。この5年間においては総出願件数はわずかに減少してはいるものの、のきなみ横ばいである。実際、1年あたりの平均出願件数は426,653件だが、標準偏差はその2.6%の11,058件であり、安定して40万件を超える出願が行われている。

表1 国内出願特許数の推移 (2000~2004)

Table 1 Domestic patent applications from 2000 to 2004.

Year	Number of patent applications	H01M8 applications	Ratio
2000	436,865	749	0.17%
2001	439,175	1,097	0.25%
2002	421,044	1,873	0.44%
2003	413,092	2,455	0.59%
2004	423,091	2,957	0.70%
All	2,133,267	9,131	0.43%

これに対し、燃料電池分野の出願は、右肩上がりの増加傾向にある。実際、同分野における出願件数は、この5年間で実に4倍に増加しており、R&Dの活発化を顕著に反映しているものと思われる。このトレンドは、全出願特許に対する同分野の件数比率からも確認可能であり、2000年に全出願総数の0.25%を占めていたH01M8分野は、2004年には0.7%を占めるまでに成長し、2004年度以降もひき続き増加しているものと思われる。

このような急成長を見せている燃料電池分野において、特許出願のメインプレイヤー企業上位20社を表2に示す。一瞥して明らかなのは、日本を代表する三大自動車メーカー、すなわち、トヨタ自動車・日産自動車・本田技研工業が、本分野の出願においてもトップ3を占めていることである。これら3社の本分野における出願件数の比率は、それぞれ一社単独でも10%を超えており、3社を合計すると全出願件数のじつに36%を占める大きな勢力となっている。2010年を目処とする燃料電池車の上市に向け、輸送機器業界におけるR&D競争が活発化している現状をそのまま反映し

ているものと思われる。これら3社に加え、アイシン精機・デンソー・エクオス・リサーチを加えると、トップ20社のうちの実に6社が輸送機器業界の関連会社である。

表2 燃料電池分野(H01M8)の出願メインプレイヤー (2000~2004)

Table 2 Top 20 companies in H01M8 from 2000 to 2004.

Enterprise	Number of Applications	(%)
1 日産自動車	1,457	14%
2 トヨタ自動車	1,147	11%
3 本田技研工業	1,048	10%
4 松下電器	486	5%
5 三菱重工	228	2%
6 京セラ	217	2%
7 三洋電機	209	2%
8 アイシン精機	182	2%
9 富士電機HD	162	2%
10 ソニー	155	1%
11 関西電力	151	1%
12 東芝	150	1%
13 三菱マテリアル	147	1%
14 デンソー	141	1%
15 日立製作所	129	1%
16 東京瓦斯	104	1%
17 三菱電機	95	1%
18 エクオス・リサーチ	95	1%
19 住友電気工業	79	1%
20 大阪瓦斯	76	1%
All	10,538	100%

また、輸送機器業界について目立つのは、電気機器業界である。4位の松下電器のほか、京セラ・三洋電機・富士電機HD・ソニーがトップ10に名を連ね、12位以降の東芝・日立・三菱電機・住友電工を加えると、トップ20のうち9社が電気機器業界に属する。先述のとおり、分散型発電源としての燃料電池に対するニーズは電子機器においても非常に強く、これを反映した結果になっているものと思われる。本業界の出願件数は、1910件であり、全件数の18%を占めている。

一方、電気・ガス業の関連企業の出願は輸送機

器・電気機器に比べるとそれほど活発ではなく、トップ20には、11位の関西電力、16位の東京瓦斯、20位の大坂瓦斯の三社があらわれているのみである。他の業種に比べると電気・ガス業においては、顧客に提供しているサービスの種類に限りがあるため、上位2業種に比べ、細かい技術要素に関する発明や、基礎原理の発明に関する動機は相対的に低いものと推察される。ただし、冒頭にのべたとおり、家庭用コージェネの開発も進んできているため、この2～3年において、同業種における出願がより活発化している可能性はある。

#### 4.2 技術融合タイプ別の出願推移

さて、前節で導入した技術融合分類を本分野に適用すると、以下ようになる：「Mix型」は、H01M8とは異なる技術分野のCO-IPCが、少なくとも一つ以上付与されている特許であり、また、「Only型」は、すべてのCO-IPCがH01M8に含まれる特許である。また、「Mono IPC型」は、筆頭IPCのみが付与され、CO-IPCをもたない書誌である。

表3 H01M8: タイプ別出願数の推移

Year	H01M8: Patent applications			Total
	Mix	Only	Mono	
2000	258	437	54	749
2001	437	601	59	1,097
2002	571	1,183	119	1,873
2003	668	1,548	239	2,455
2004	690	2,005	262	2,957
Average	525	1,155	147	1,826

上記定義にそって切り分けた、この5年間におけるそれぞれのタイプ別出願状況を表3に示す。前述のように、この5年間で、本分野における出願件数はほぼ4倍に増えているだけあり、どのタイプも同様にそれぞれ大きく増加している。ただし、タイプ別にこれを眺めた場合、その伸び率には違いが見られ、Mix型：267%、Only型：459%、Mono IPC型：485%となっている。図1は、タイプ別の出願件数推移をグラフ化したものだが、Only型出願が急増し、ドミナントになってきている様子が顕著である。かようなトレンドは、個々の技術タイプ別の構成比の推移によってより明確になる。表4ならびに図2は、技術融合タイプ別構成比の

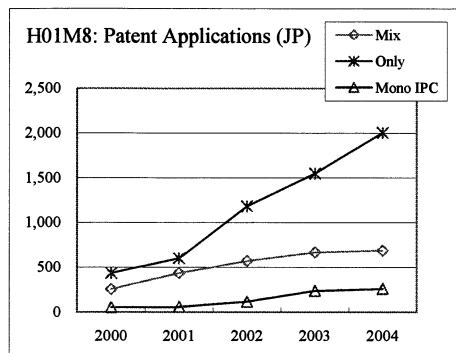


図1 技術融合タイプ別の出願件数推移

Figure 1 Patent applications counted by technological type.

時系列変化であるが、2001年以降、Mix型の発明は単調減少しているのに対し、Only型やMono型は徐々にその比率を増やしていることが分かる。

表4 H01M8: タイプ別構成比の推移

Table 4 Percentage of each technological type

Year	H01M8: Percentage of each type			
	Mix	Only	Mono	Total
2000	34%	58%	7%	100%
2001	40%	55%	5%	100%
2002	30%	63%	6%	100%
2003	27%	63%	10%	100%
2004	23%	68%	9%	100%
All	29%	63%	8%	100%

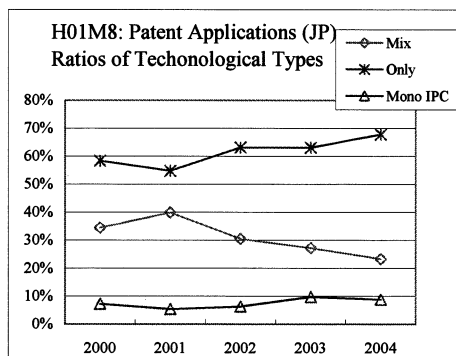


図2 技術融合タイプ別構成比の推移

Figure 2 Time series variation of percentage of each technological type.

よって、当初の予想通り、R&Dの進展とともに、技術融合の範囲が徐々に狭くなっていることが明らかになった。

かような傾向は、燃料電池分野ではなく、他の先端技術分野においても見られており、例えば、メムス (Micro Electro Mechanical Systems, MEMS) を代表する IPC コード「B81」で規定される技術分野においても、やはり Mix 型の減少と、他の 2 タイプの増加傾向が明らかになっている (図 3)

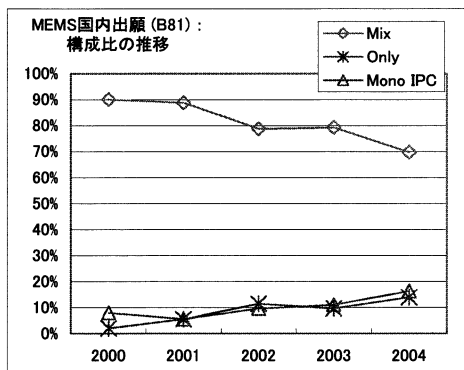


図 3 MEMS 分野：技術融合タイプ別構成比の推移  
Figure 3 Percentage of each technological type in MEMS

ONLY 型がドミナントである燃料電池分野とは異なり、MEMS 分野においては、MIX 型の比率が極めて大きく、技術融合タイプの構成比自体は大きく異なっている。ただし、本稿で着目しているのは、それぞれのタイプの「時系列変化」であり、両者とも同様な変化傾向となっている。よって、当初のシナリオにのっとった技術融合タイプの変遷傾向が、異なる技術分野において見出したことになるが、このような時系列変化の傾向と、決定的な発明の出現、あるいは、ドミナントパターンの出現といった技術分野全体に関する趨勢との関連性は、今後の研究課題である。

なお、本研究で採用している技術融合タイプの定義は、IPC コードの定義に依存しているが、IPC コードそのものがテクノロジーの発展とともに変化するケースがあるため、ことに Only 型と Mono IPC 型の解釈には若干の注意が必要となるケースが存在する。実際、ある IPC コードで規定される技術分野における出願件数が一定規模に増加した場合、当該 IPC コードを細分化し、特許検索の利便性をより高める措置が往々にしてとられる。かようなケースにおいては、細分化以前には Mono IPC 型に分類されていた特許が、細分化後には Only 型とみなされるように変遷する可能性

がある。しかしながら、知財の重要性が高まっている今日においては、一度細分化した IPC をまた粗視化し、もとにもどすようなケースは、ことに先端技術分野では起こりにくい事象だと考えられるため、MIX 型の定義に関しては、かような影響はほぼ出ないものと考えられる。加えて、IPC コードの細分化はそれほど頻繁に起こるものではないため、ことに数年単位での傾向分析結果に対し、大きな影響はでないものと考えられる。

### 4.3 イノベーション座標系による可視化の試み

さて、本研究で導入した技術融合タイプにもとづく類型化手法は、企業/出願人別の出願傾向の分析にも適用可能である。複数企業の相対比較においては、個々の企業ごとに Mix・Only・Mono 型の出願比率を算出し、その数値群を 3 次元空間内の「座標」とみなす事によって自然な可視化が可能である。出願データ中における「異分野技術融合型」・「同分野技術融合型」・「単一技術要素一点集中型」という三つのタイプの相対比率によって、3 次元の「イノベーション・タイプ座標系」内における、各企業のポジションが決定されることになる。

このように定義される企業別ポジションを可視化するにあたっては、必ずしも三つの次元をそのまま使う必要はなく、そのうちの二つを含む平面上への射影で十分である。実際、自明ではあるが、Mix・Only・Mono それぞれのタイプの比率を足し合わせる等恒等的に 100% となるため、該当する座標を  $(x_{Mix}, x_{Only}, x_{Mono})$  と記述した場合、各企業のポジションは、常に  $x_{Mix} + x_{Only} + x_{Mono} = 100\%$  という平面上に分布するからである。言い換えれば、拘束条件が一つ存在するため、企業別ポジションの自由度は 2 であり、二つの座標で決まる平面上への射影が必要十分な情報を与えることになる。

参考までに、2005 年における「輸送用機器」・「電気機器」という 2 大業種の企業別ポジションを、Only-Mono 平面へ射影したものが図 4 である。(ただし、本図は、前節までに用いてきた JPO データではなく、JII データを用いたものであることを注意しておく。) それぞれの業種に所属する企業のイノベーション・ポジションが、比較的クリアに分離していることがわかるが、この年度においては、輸送機器業界では Mono 型が Only 型とならんでドミナントになのに対し、電気機器業界においては、全体趨勢と同様に Only 型が主流

となっており、各業種におけるR&Dフェイズの違いなどが反映されているものと思われる。

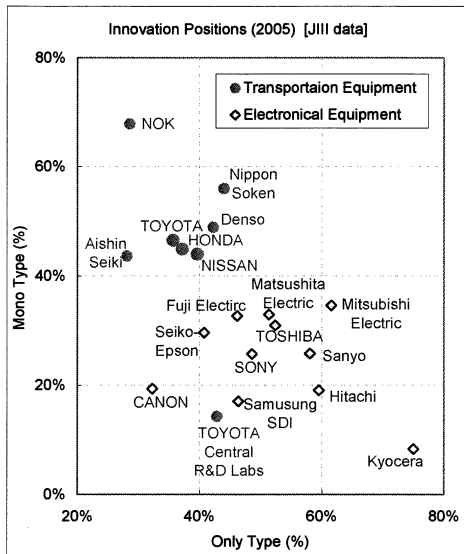


図4 H01M8：主要2業種における法人別ポジションの違い (2005) [JIII DVD data]

Figure 4 H01M8: Positions of firms in two dominant technological sectors (2005) [JIII DVD data]

実際、輸送用機器と電気機器においては燃料電池の活用が想定される、アプリケーションの特性がいささか異なっている。輸送用機器においては、自動車の新たなエネルギー源としての燃料電池に大きな期待がかけられている一方、電機機器においては、市場が巨大なパソコンや携帯電話などのポータブル機器や家庭用コジェネ・エネルギーへの活用が想定されている。車や家庭用コジェネにおいては、燃料電池を使った発電機器のサイズを考慮する必要は少ないが、一方、ポータブル AV 機器では、その縮小化が大変重要な課題である。特に輸送機器業界では、既に試作車が完成されており、研究技術開発のステージは後半の段階にきていると考えられるが、ポータブル AV 機器については、微細化・縮小化の技術的な壁が存在し、そのため燃料電池分野における研究開発は、未だ収束の段階までには至っていないと想定される。図4にあらわれた各業界のポジションの違いは、かような考察と整合的である。なお、自動車業界において、1社のみポジションの違いが目立つのは「トヨタ中央研究所」であるが、同企業は、製造そのものを主目的としない純粋な研究開発系の企業だと考えられるため、同業界における他社とは、いささか異なったポジションにあるもの

と思われる。

なお、図4は速報的性格の強い JIII DVD データにもとづいているため、今後、JPO データにもとづく最新データを用いた深耕分析を実施する予定である。

## 5. 結語

本研究では、先端的な技術融合研究の分析手法として、特許出願データ中の筆頭 IPC と CO-IPC に基づく IPC Co-Occurrence の概念を拡張し、三つのタイプ、即ち、Mix 型・Only 型・Mono 型への類型化を提唱し、2000 年から 2004 年の燃料電池分野(H01M8)における開発動向を分析した。

同期間における年次出願総数は、ほぼ4倍に単調増加しており、また、技術融合タイプとしては Only 型がドミナントであることがわかった。加えて、技術融合タイプ別の構成比率推移については、2001 年以降、Mix タイプの減少と、Only・Mono 両タイプの増加傾向があきらかになった。同様な推移はメムス分野(B81)においてもあらわれており、R&D の進展と、技術融合タイプの時間変化にはある程度関係性がありそうなのが示唆された。

なお、燃料電池分野におけるプレイヤーについては、「輸送用機器」・「電気機器」の2業種からの出願がドミナントであったが、技術融合タイプから定義される各企業別のポジションは、業界ごとに比較的明確に分離していることがわかった。この事実も、業種による燃料電池のアプリケーション用途、ならびに、開発フェイズの違いを反映しているものと思われる。

今回提唱した種々の分析手法は、R&Dの定量分析においてひとつの新しい視座を与えることが期待され、技術融合の度合いやR&Dの開発フェイズをとらえる上で有効だと思われる。今後は、更に多くの業界・データセットについて分析を行い、技術融合タイプの時間推移と開発フェイズの関係について、より多くの先端技術分野の解析を積み重ね、また、研究開発費などの外部データも併用しながら、さらに有効なものへと発展させていきたいと考えている。

## 参考文献

- [1] Mansfield, E.: Academic research underlying industrial innovations sources, characteristics, and financing. Review of Economics and Statistics, Vol. 77, pp.55-65 (1995).
- [2] Narin, F., Hamilton, K. and Olivastro, D.: The increasing linkage between US technology and public

- science, *Research Policy*, Vol. 26, pp.317-330 (1997).
- [3] Mowery, D. C.: The changing structure of the US national innovation system: implications for international conflict and cooperation in R&D, *Research Policy*, Vol. 27, pp.639-654, (1998).
- [4] Ernst, H., Leptien, Ch. and Vitt, J.: Inventors are not alike: the Distribution of Patenting Output among Industrial R&D Personnel, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 47, pp.184-199 (2000).
- [5] Tsuji, Y. S.: Organizational behavior in the R&D process based on patent analysis: Strategic R&D management in a Japanese electronics firm, *Technovation*, Vol. 22, pp.417-425 (2002).
- [6] Comanor, W. S. and Scherer, F. M.: Patent Statistics as a Measure of Technical Change, *The Journal of Political Economy*, Vol. 77, pp.392-398 (1969).
- [7] Pavitt, K.: R&D, Patenting and Innovative Activities, *Research Policy*, Vol. 11, pp.33-51 (1991).
- [8] Gemba, K. and Kodama, F. : Quantitative Analysis of Diversification and Profitability in Japanese Industry, *The Journal of Science Policy and Research Management*, Vol. 14, pp.179-189 (1999).
- [9] Suzuki, J. and Kodama, F.: Technological Diversity of Persistent Innovators in Japan: Two Case Studies of Large Japanese Firms, *Research Policy*, Vol. 33, pp.531-549 (2004).
- [10] Pikington, A. and Dyerson, R. : Innovation in Disruptive Regulatory Environments: A Patent Study of Electric Vehicle Technology Development, *European Journal of Innovation Management*, Vol. 9, pp.77-91 (2006).
- [11] Verspagen, B.: Technology and Growth: The Complex Dynamics of Convergence and Divergence, in Silverberg, G. and Soete, L.: *The Economics of Growth and Technical Change. Technologies, Nations, Agents*, Edward Elgar Publishing Ltd., Aldershot, pp.154-181, (1994).
- [12] Verspagen, B.: Measuring Intersectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases, *Economic Systems Research*, Vol. 49, pp. 47-65 (1996).
- [13] Jaffe, A. B.: Characterizing the Technological Position of Firms, with Application to Quantifying Technological Opportunity and Research Spillovers, *Research Policy*, Vol. 18, pp.87-97 (1989).
- [14] Fleming, L. and Sorenson, O.: Technology as a Complex Adaptive System: Evidence from Patent Data, *Research Policy*, Vol. 30, pp.1019-1039 (2001).
- [15] Sorenson, O., Rivkin, J. W. and Fleming, L.: Complexity, Networks and Knowledge Flow, *Research Policy*, Vol. 35, pp.994-1017 (2006).
- [16] Jaffe A. B., Trajtenberg, M. and Henderson, R.: Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, pp.577-598 (1993).
- [17] Gemba, K. and Kodama, F. : Quantitative Analysis of Diversification and Profitability in Japanese Industry, *The Journal of Science Policy and Research Management*, Vol. 14, pp.179-189, (1999).
- [18] Kodama, F.: *Emerging Patterns of Innovation*, Harvard Business School Press (1995).
- [19] Suzuki, K., J. Sakata and J. Hosoya: Innovation Position: A Quantitative Analysis to Evaluate the Efficiency of Research & Development on the basis of Patent Data, *Proceedings of 41st International Conference on System Science, HICSS Digital Library at IEEE*, pp.415-424, (2008).
- [20] Baumol, W: *The Free-market Innovation machine: analyzing the growth miracle of capitalism*, Princeton University Press (2002).
- [21] Kester, W.C.: Today's options for tomorrow's growth, *Harvard Business Review* Vol. 62, pp. 153–160 (1984).
- [22] Robertson, T.S., Eliasburg, J. and Rymon, T.: New product announcement signals and incumbent reactions, *Journal of Marketing*, Vol. 59 No. 3, pp.1–15 (1995).
- [23] Lev, B.: *Intangibles, management, measurement, and reporting*, Brookings Institution Press (2001).
- [24] Rivette, K.G and Kline, D.: *Rembrandts in the attic: unlocking the hidden value of patents*, Harvard Business School Press (2000).
- [25] Pavitt, K.: R&D, patenting and innovative activities, *Research Policy*, Vol. 11, pp. 33-51 (1991).